



Acta Scientiarum. Technology

ISSN: 1806-2563

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

de Souza Aquino, Jailane; Menezes Salvino, Érica
Estimativa da porcentagem de biodisponibilidade e frequência de ferro nos cardápios do restaurante
de um Hospital Universitário
Acta Scientiarum. Technology, vol. 31, núm. 1, 2009, pp. 109-116
Universidade Estadual de Maringá
Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303226523004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Estimativa da porcentagem de biodisponibilidade e frequência de ferro nos cardápios do restaurante de um Hospital Universitário

Jailane de Souza Aquino^{1*} e Érica Menezes Salvino²

¹Universidade Federal do Piauí, Av. Cícero Eduardo, s/n, 64600-000, Picos, Piauí, Brasil. ²Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: jailane@ufpi.br

RESUMO. O objetivo do presente estudo foi calcular a biodisponibilidade de ferro e avaliar a frequência deste mineral nos cardápios do restaurante de um Hospital Universitário. Um algoritmo foi utilizado para cálculo da porcentagem de ferro biodisponível em quatro cardápios. O cardápio nº 2 apresentou a maior frequência de ferro; o nº 3, a menor. A maior média de ferro ingerido foi a evidenciada no cardápio 2, com 19,93 mg de ferro, porém a maior biodisponibilidade foi encontrada no cardápio 3, com 1,79 mg de ferro. Tanto a quantidade de ferro ingerida quanto a biodisponível destes cardápios não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), no entanto suas médias absolutas de biodisponibilidade foram influenciadas com maior intensidade pela presença de ácido ascórbico e tecidos animais, e menos pelas gorduras. As refeições apresentaram biodisponibilidade intermediária e os cardápios mostraram-se inadequados, em sua maioria, para gestantes. Pode-se observar que nem sempre a maior frequência de ferro resultará em maior ingestão e em maior absorção, pois tudo isso depende de sua biodisponibilidade na refeição.

Palavras-chave: ferro, biodisponibilidade, cardápios.

ABSTRACT. Estimate of the percentage of bioavailability and frequency of iron in the menu of a University Hospital restaurant. The purpose of this study was to calculate the bioavailability of iron and evaluate the frequency of that mineral in the menus of the restaurant of a university hospital. An algorithm was used to calculate the percentage of iron bioavailability in four meals. Institutional meal no. 2 presented the highest frequency of iron, whereas no. 3 presented the lowest. The highest average of ingested iron was evidenced in meal no. 2, with 19.93 mg of iron; however, the largest bioavailability was found in menu no. 3, with 1.79 mg of iron. The amount of iron ingested and the bioavailable amount in these menus did not present significant difference ($p > 0.05$), however, their absolute bioavailability averages were influenced with larger intensity by the presence of ascorbic acid and animal tissues, and less so by fats. The meals presented intermediary bioavailability and the menus proved to be inadequate in their majority for pregnant women. It was possible to observe that it is not a matter of high frequency of iron that will result in higher ingestion and absorption, because it is all related to bioavailability in the meal.

Key words: iron, bioavailability, institutional meals.

Introdução

O conceito mais corrente de biodisponibilidade está associado não apenas com a absorção ou captação do nutriente pela mucosa intestinal, mas também com sua utilização, compreendendo o processo de transporte, assimilação celular e conversão de um nutriente em sua(s) forma(s) biologicamente ativa(s) (MARTÍNEZ et al., 1999). A biodisponibilidade seria a medida da proporção dos nutrientes alimentares ingeridos que é efetivamente absorvida e utilizada (SHARMA, 2003). O termo biodisponibilidade, relacionado ao mineral ferro, é a medida daquela fração do ferro alimentar capaz de ser absorvida pelo trato gastrointestinal e, subsequentemente armazenada e incorporada ao heme (BIANCHI et al., 1992).

A biodisponibilidade de um nutriente é influenciada por fatores intrínsecos ou fisiológicos e por fatores extrínsecos ou dietéticos. Dentre os fatores intrínsecos, podem ser citados o estado patológico, fisiológico e nutricional do organismo e secreções como suco gástrico, secreções pancreáticas e bile. Os fatores extrínsecos ou dietéticos incluem forma química do ferro (heme e não-heme), estado de oxidação, solubilidade, pH, capacidade de complexação e fatores dietéticos como os constituintes da dieta, o aporte total do nutriente pelos alimentos, fatores promotores e inibidores da biodisponibilidade (MARTÍNEZ et al., 1999; BIANCHI et al., 1992).

Em relação ao ferro dietético, este é classificado de acordo com sua forma química e o mecanismo de absorção em: ferro heme e ferro não-heme. O ferro

heme está presente nas carnes e vísceras, aves, pescados e mariscos (GONZÁLEZ et al., 2002). Esta molécula sofre pouca influência de outros componentes alimentares, simultaneamente presentes, penetrando intacto nas células da mucosa, onde então é liberado (SINGH et al., 2006).

O ferro não-heme é encontrado fundamentalmente em cereais, leguminosas, verduras, além de formar parte do ferro das carnes e de outros alimentos. A absorção de ferro não-heme é baixa, entre 2 e 20%, variando notadamente em cada comida e refeição pela presença de fatores dietéticos que inibem ou aumentam a sua biodisponibilidade (GONZÁLEZ et al., 2002).

O ferro não-heme tem sua biodisponibilidade aumentada em função da interação positiva com os ácidos orgânicos (ascórbico, cítrico, láctico, malárico e tartárico), vitamina A e betacarotenos, tecidos animais (peptídeos, cisteína e gordura), aminoácidos (cisteína, lisina e histidina) e carboidratos (frutose) e gorduras (LAYRISSE et al., 1997; GARCÍA-CASAL; LAYRISSE, 1998; URRUTIA, 2005). O ferro não-heme tem sua biodisponibilidade diminuída frente ao ácido fítico, compostos fenólicos (taninos), oxalatos, fosfatos e cálcio (BARRIOS et al., 2000; URRUTIA, 2005; SINGH et al., 2006).

A biodisponibilidade do ferro presente nas refeições depende da forma química, da presença ou da ausência de fatores que influenciem a absorção e das necessidades de ferro do indivíduo (COZZOLINO, 2005).

Os algoritmos da biodisponibilidade ou os modelos matemáticos usados, para estimar a biodisponibilidade de nutrientes nas diferentes dietas, podem ser aplicados a uma matriz dietética complexa, predizendo o aumento ou redução, sem medida direta da absorção, o que facilita a avaliação das dietas e recomendações. A aplicação de algoritmos de biodisponibilidade pode ser muito útil para populações com status baixo ou em excesso de determinado nutriente (MONSEN; BALINTFLY, 1982; HUNT, 1996).

O cálculo da biodisponibilidade de ferro é utilizado para detectar deficiências de ferro na dieta e como ferramenta para aconselhar formas de incrementar a biodisponibilidade, fortalecendo os fatores promotores da absorção e vigiando aqueles que a dificultam (HUNT, 1996).

O objetivo do presente estudo foi calcular a biodisponibilidade de ferro e avaliar a frequência deste mineral, identificando substâncias presentes nos alimentos que compõem o cardápio do restaurante do Hospital Universitário Lauro Wanderley as quais podem aumentar essa biodisponibilidade.

Material e métodos

O presente trabalho foi baseado na identificação da frequência de ferro e de agentes estimuladores que podem aumentar a biodisponibilidade deste mineral nos cardápios do restaurante do Hospital Universitário Lauro Wanderley (HULW), localizado em João Pessoa, Estado da Paraíba. Os comensais deste restaurante constituem uma população diversificada, pois, além de pacientes provenientes da pediatria, clínica médica e maternidade, têm-se também os funcionários do HULW e acompanhantes dos pacientes que realizam as refeições no hospital.

Foram utilizados quatro cardápios semanais, que já se encontravam analisados e adequados quanto aos macronutrientes e valor energético total. Na Unidade de Alimentação e Nutrição do HULW, há um rodízio entre os referidos cardápios a cada semana. Cada um deles é composto por quatro refeições (desjejum, almoço, jantar e ceia), ou cinco refeições, incluindo-se um lanche, as quais são diferentes a cada dia da semana.

De posse dos cardápios qualitativos, listaram-se as preparações com os respectivos ingredientes contidos nas refeições de cada dia da semana (Tabela 1).

Tabela 1. Exemplos de preparações mais comuns utilizadas nos cardápios semanais do Hospital Universitário Lauro Wanderley (HULW).

| Refeições | Preparações mais comuns | Ingredientes |
|---------------|----------------------------------|--|
| Café da manhã | Suco ou café | Açúcar |
| | Pão ou biscoito ou cuscuz | Fruta (laranja, acerola, banana, mamão, melancia, melão, ameixa) |
| | Ovo ou queijo | Café |
| | | Sal |
| | | Margarina vegetal |
| | | Pão |
| | | Biscoito |
| | | Fubá de milho |
| Lanches | Chá ou mingau ou suco | Erva |
| | | Açúcar |
| | | Aveia |
| | | Leite integral |
| | | Fruta (abacaxi, acerola, banana, mamão, melancia, melão, maçã) |
| | | |
| Almoço | Salada crua | Sal |
| | Salada cozida | Verduras cruas (tomate, folhosos verde-escuros, cebola, pepino) |
| | Purê | Legumes cozidos (batata, cenoura, chuchu, beterraba) |
| | Arroz | Batata ou cenoura ou abóbora |
| | Feijão | Feijão (preto, macaçar ou mulatinho) |
| | Carne | Carne (frango, peixe, bovina ou fígado) |
| | Fruta | Óleo de soja |
| | | Fruta (laranja, acerola, melancia, melão, ameixa) |
| Jantar | Sopa ou canja | Sal |
| | Batata doce ou inhame ou torrada | Carne (frango, peixe, bovina ou fígado) |
| | Queijo ou ovo | Legumes (batata, cenoura, chuchu) |
| | Café ou chá ou leite | Verduras (cebola, pimentão, alho) |
| | | Queijo ou ovo |
| | | Margarina vegetal |
| | | Café ou chá ou leite |
| | | Açúcar |

A partir das preparações e dos ingredientes, identificou-se a frequência em que o ferro estava presente em cada refeição do dia nos diferentes cardápios.

Foram identificadas também as substâncias que podem aumentar a biodisponibilidade do ferro em cada refeição, enfatizando-se a vitamina C, as gorduras animais e os tecidos animais. Correlacionando-se o ferro e as substâncias que possivelmente aumentam sua absorção e utilização, foi possível detectar o nível da biodisponibilidade desse mineral nos cardápios analisados.

Com base nos fatores promotores da absorção do ferro, classificaram-se as refeições em três grupos: baixa, média e alta biodisponibilidade do mineral em sua forma não-heme, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2. Classificação das dietas de acordo com a biodisponibilidade de ferro.

| Baixa disponibilidade | Média disponibilidade | Alta disponibilidade |
|--|--|---|
| < 23 g de carne e < 75 mg de vitamina C | < 23 g de carne e > 75 mg de vitamina C | > 23 g de carne e > 75 mg de vitamina C |
| 23-70 g de carne e < 25 mg de vitamina C | 23-70 g de carne e > 25 mg de vitamina C | |
| | > 70 g de carne e < 25 mg de vitamina C | |

Fonte: Monsen et al. (1978).

O algoritmo de Monsen e Balintfly (1982) foi utilizado para cálculo da porcentagem de ferro biodisponível. Este algoritmo leva em consideração o teor de ferro heme e não-heme e os fatores potencializadores de sua absorção, especificamente as carnes ingeridas (tecido animal), gordura e vitamina C presentes na composição de cada refeição. A quantidade (mg) destes teores foi pesquisada na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2006):

$$\begin{aligned} \text{Fe total absorvido (mg)} &= \\ &= \text{Total de Fe não-heme absorvido} + \\ &+ \text{Total de Fe heme absorvido} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{Fe não-heme biodisponível (mg)} &= \\ &= \text{Total de Fe não-heme} \times F/100 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{Ferro heme biodisponível (mg)} &= \\ &= \text{Total de Fe heme} \times F/100 \end{aligned} \quad (3)$$

em que:

F = fator de correção de acordo com o estado das reservas de ferro.

A soma dos valores encontrados nas diferentes refeições do dia corresponde à quantidade diária de ferro biodisponível em condições fisiológicas da normalidade. Tendo em vista que a população apresenta-se com patologias e condições fisiológicas

distintas e diversas, não se poderiam determinar as suas particularidades. Portanto, apesar dos comensais serem uma população heterogênea formada por sadios e enfermos, esse algoritmo foi utilizado como base para a estimativa de ferro biodisponível e ferro ingerido nos cardápios com intuito de comparação com as recomendações para os potenciais grupos de consumidores, tais como: gestantes, nutrízes, crianças e adultos. O percentual de adequação da ingestão de ferro só foi calculado para as refeições que apresentaram biodisponibilidade de ferro igual ou acima de 10%, como recomenda a FAO (2001).

Aos resultados foi aplicada análise de estatística descritiva, mediante a determinação de frequências, valores médios e respectivos desvios-padrão, como também a análise de variância (Anova) e o teste de Duncan em nível de significância de 5%. Para este cálculo, foi utilizado o pacote estatístico Assistat® 7.1 beta (SILVA; AZEVEDO, 2002).

Resultados

Nas Figuras 1, 2, 3 e 4, estão agrupados os dados da frequência de ferro, vitamina C, gorduras e tecido animal nos quatro cardápios semanais analisados.

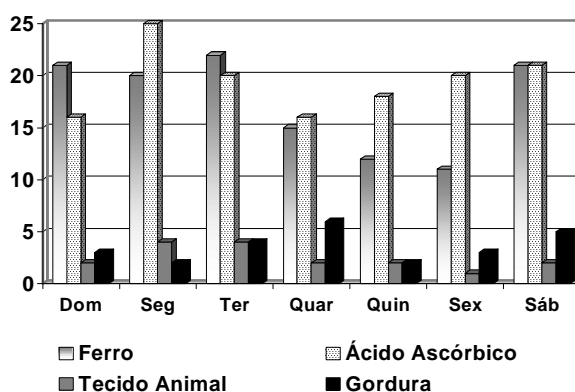


Figura 1. Frequência de ferro, vitamina C, gorduras e tecido animal no cardápio 1.

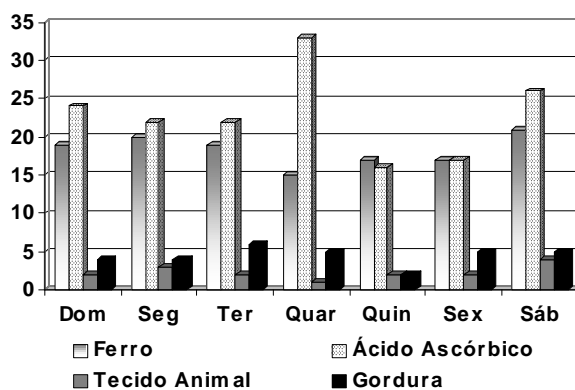


Figura 2. Frequência de ferro, vitamina C, gorduras e tecido animal no cardápio 2.

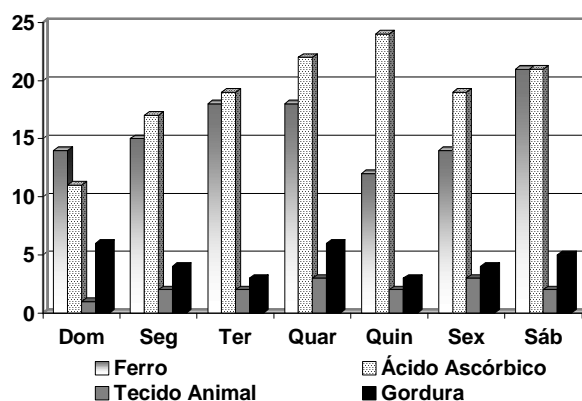


Figura 3. Frequência de ferro, vitamina C, gorduras e tecido animal no cardápio 3

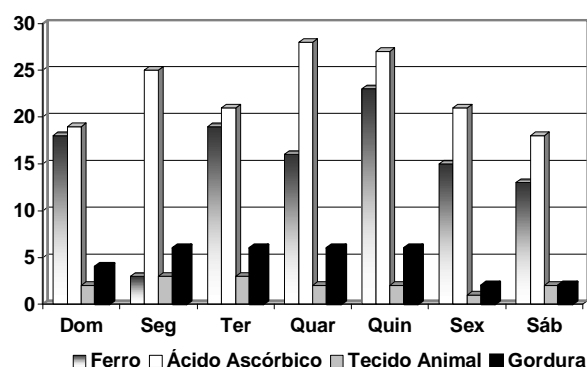


Figura 4. Frequência de ferro, vitamina C, gorduras e tecido animal no cardápio 4.

A frequência de ferro no cardápio semanal 1 variou entre 11 e 22 vezes, somando-se 122 frequências ao longo dos dias. A frequência de vitamina C variou entre 16 e 25 vezes, aparecendo 136 vezes neste cardápio, enquanto as frequências de tecido animal e gorduras variaram de duas a quatro vezes e duas a seis vezes, respectivamente.

O cardápio 2 apresentou frequência de ferro de 128 vezes, variando entre 15 e 21 vezes, e esta foi a maior frequência quando comparada aos outros três cardápios. A maior frequência de ácido ascórbico foi registrada na quarta-feira. As maiores frequências de tecido animal e gordura foram registradas no sábado e na terça-feira, respectivamente.

A frequência de ferro no cardápio 3 variou entre 12 e 21 vezes, de um total de 112 frequências, sendo este o cardápio com menor frequência de ferro se comparado aos outros. As maiores frequências de gordura e tecido animal foram registradas na quarta-feira.

A frequência total de ferro no cardápio 4 foi de 117 vezes, variando entre 13 e 23 frequências. As maiores frequências de vitamina C e ferro foram registradas na quinta-feira. A frequência de gordura sofreu pouca variação, enquanto a de tecidos animais ficou entre duas e três vezes no cardápio.

Na Tabela 3, consta a soma das quantidades de ferro ingerido em cada refeição diária dos quatro cardápios semanais analisados.

Tabela 3. Quantidade de ferro ingerido por dia para os quatro cardápios semanais estudados do Hospital Universitário HULW.

| Dias da semana | Cardápios | | | |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Cardápio 1 (mg) | Cardápio 2 (mg) | Cardápio 3 (mg) | Cardápio 4 (mg) |
| Domingo | 15,44 ^a | 19,28 ^a | 14,95 ^a | 16,63 ^a |
| Segunda-feira | 20,61 ^a | 18,04 ^a | 14,94 ^a | 12,50 ^a |
| Terça-feira | 17,45 ^a | 16,56 ^a | 21,64 ^a | 16,16 ^a |
| Quarta-feira | 10,59 ^a | 22,81 ^a | 31,23 ^a | 21,36 ^a |
| Quinta-feira | 11,58 ^a | 25,12 ^a | 12,83 ^a | 23,06 ^a |
| Sexta-feira | 24,00 ^a | 21,64 ^a | 26,16 ^a | 12,11 ^a |
| Sábado | 18,45 ^a | 16,07 ^a | 13,31 ^a | 15,74 ^a |
| Média e desvio-padrão | 16,86 ± 4,78 | 19,93 ± 3,38 | 19,29 ± 7,19 | 16,79 ± 4,12 |

*Valores seguidos de letras iguais numa mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan, em nível de 5% de significância.

A maior média de ferro ingerido foi a evidenciada no cardápio 2, 19,93 mg; a menor, no cardápio 4, 16,79 mg. Porém a maior evidência de ferro foi obtida no cardápio 3, 31,23 mg, durante a quarta-feira, e a menor, na quarta-feira do cardápio 1, 10,59 mg. Apesar das variações na média de ferro ingerido, não houve diferença estatística em nível de significância de 5%.

Na Tabela 4, estão tabulados os dados da soma das quantidades de ferro absorvido em cada refeição dos quatro cardápios analisados, os quais foram calculados a partir do algoritmo de Monsen e Balintfly (1982).

Tabela 4. Quantidade de ferro biodisponível por dia, calculada a partir do algoritmo de Monsen e Balintfly (1982), para os quatro cardápios semanais estudados do Hospital Universitário HULW.

| Dias da semana | Cardápios | | | |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Cardápio 1 (mg) | Cardápio 2 (mg) | Cardápio 3 (mg) | Cardápio 4 (mg) |
| Domingo | 1,11 ^a | 1,44 ^a | 1,42 ^a | 1,40 ^a |
| Segunda-feira | 2,09 ^a | 1,96 ^a | 1,28 ^a | 1,01 ^a |
| Terça-feira | 1,98 ^a | 1,40 ^a | 1,93 ^a | 1,70 ^a |
| Quarta-feira | 0,83 ^a | 1,71 ^a | 3,49 ^a | 1,23 ^a |
| Quinta-feira | 1,02 ^a | 2,00 ^a | 1,25 ^a | 1,92 ^a |
| Sexta-feira | 1,99 ^a | 2,41 ^a | 2,38 ^a | 0,71 ^a |
| Sábado | 1,71 ^a | 1,40 ^a | 0,79 ^a | 1,52 ^a |
| Média e desvio-padrão | 1,53 ± 0,53 | 1,76 ± 0,38 | 1,79 ± 0,90 | 1,36 ± 0,41 |

*Valores seguidos de letras iguais numa mesma linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Duncan, em nível de 5% de significância.

A maior média de ferro biodisponível foi apresentada no cardápio 3, 1,79 mg; a menor, no cardápio 4, 1,36 mg. A maior quantidade de ferro biodisponível foi detectada no cardápio 3, durante a quarta-feira, 3,49 mg, enquanto a menor foi apurada no cardápio 4, durante a sexta-feira, 0,71 mg. Não ocorreu diferença significativa ($p > 0,05$) entre as médias de ferro biodisponível nos quatro tipos de cardápio semanais.

Observa-se, na Tabela 5, que maior percentual de ferro biodisponível foi encontrado no cardápio número 1 durante a terça-feira, 11,35%. Já o menor

foi no cardápio 4 durante a quarta-feira, 5,76%. Quanto à biodisponibilidade das refeições, estas foram classificadas como de biodisponibilidade intermediária em sua maioria, nenhum cardápio apresentou alta biodisponibilidade em nenhuma de suas refeições. Porém, no cardápio 3, as refeições do sábado foram consideradas de baixa biodisponibilidade, assim como as de quarta e sexta-feira do cardápio 4.

Tabela 5. Percentual de ferro biodisponível por dia, para os quatro cardápios semanais estudados do Hospital Universitário HULW.

| Dias da semana | Cardápios | | | |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Cardápio 1 (%) | Cardápio 2 (%) | Cardápio 3 (%) | Cardápio 4 (%) |
| Domingo | 7,19 | 7,47 | 9,50 | 8,42 |
| Segunda-feira | 10,14 | 10,86 | 8,57 | 8,08 |
| Terça-feira | 11,35 | 8,45 | 8,92 | 10,52 |
| Quarta-feira | 7,84 | 7,50 | 11,18 | 5,76 |
| Quinta-feira | 8,81 | 8,00 | 9,74 | 8,33 |
| Sexta-feira | 8,29 | 11,14 | 9,10 | 5,86 |
| Sábado | 9,27 | 8,71 | 5,94 | 9,66 |
| Média e desvio-padrão | 8,98 ± 1,42 | 8,88 ± 1,52 | 8,99 ± 1,59 | 8,09 ± 1,77 |

No cardápio 1, apenas na segunda e na terça-feira é que se pôde calcular a adequação de ferro. Observou-se que, se este cardápio fosse consumido por gestantes, as refeições da segunda-feira apresentariam a menor adequação de ferro dentre todas as calculadas, ou seja, risco de deficiência. As refeições da terça-feira também apresentaram risco de deficiência apenas para as gestantes (Tabela 6).

Tabela 6. Percentual de adequação da ingestão de ferro nos cardápios do HULW que apresentam biodisponibilidade diária acima de 10%, segundo a FAO (2001).

| Adequação | Dias da semana | | | | | | |
|------------|----------------|---------|---------|----------|----------|-----------|---------|
| | Dom (%) | Seg (%) | Ter (%) | Quar (%) | Quin (%) | Sexta (%) | Sáb (%) |
| Cardápio 1 | | | | | | | |
| Crianças | * | 171,56 | 229 | * | * | * | * |
| Adultos | * | 110,29 | 147,21 | * | * | * | * |
| Gestantes | * | 57,18 | 76,33 | * | * | * | * |
| Nutrizes | * | 102,93 | 137,4 | * | * | * | * |
| Cardápio 2 | | | | | | | |
| Crianças | * | 214,22 | * | * | * | 240,44 | * |
| Adultos | * | 137,71 | * | * | * | 154,57 | * |
| Gestantes | * | 71,41 | * | * | * | 80,15 | * |
| Nutrizes | * | 128,53 | * | * | * | 144,27 | * |
| Cardápio 3 | | | | | | | |
| Crianças | * | * | * | 347,00 | * | * | * |
| Adultos | * | * | * | 223,07 | * | * | * |
| Gestantes | * | * | * | 115,67 | * | * | * |
| Nutrizes | * | * | * | 208,2 | * | * | * |
| Cardápio 4 | | | | | | | |
| Crianças | * | * | 179,56 | * | * | * | * |
| Adultos | * | * | 115,43 | * | * | * | * |
| Gestantes | * | * | 59,85 | * | * | * | * |
| Nutrizes | * | * | 107,73 | * | * | * | * |

*Adequação não-calculada pela biodisponibilidade abaixo de 10%.

Na Tabela 6, observa-se que, se o cardápio 1 fosse consumido por gestantes, as refeições da

segunda-feira e da terça-feira apresentariam menor adequação de ferro dentre todas as calculadas, 57,18 e 71,41%, respectivamente, ou seja, apresentam risco de deficiência.

Se o cardápio 2 fosse consumido por crianças, adultos e nutrízes, às terças e sextas-feiras, os cardápios apresentar-se-iam adequados em seu teor de ferro e, mais uma vez, estaria em risco de deficiência para as gestantes.

O único dia da semana em que o cardápio 3 encontra-se adequado no teor de ferro para todos os grupos de potenciais consumidores é na quarta-feira, apresentando, inclusive, a maior adequação dentre as calculadas para o grupo de gestantes.

No cardápio 4, apenas na terça-feira foi possível adequar a ingestão de ferro. Observou-se, mais uma vez, que a dieta apresentaria risco de deficiência para as gestantes, enquanto para os outros grupos estaria adequada.

Discussão

Reddy et al. (2000) estudaram 25 preparações diferentes de alimentos com ingredientes como vegetais, carnes e cereais, analisando os teores de energia, proteína, ferro, ácido ascórbico, tecidos animais, cálcio, ácido fítico e polifenóis. Embora fique claro que a extensão dos fatores estimuladores e inibidores é menos pronunciada quando o ferro absorvido é medido durante vários dias do que quando é medido em refeições isoladas, esses pesquisadores concluíram que ainda assim estes estudos devem ser utilizados para identificar os relativos efeitos promotores ou inibidores da absorção e biodisponibilidade de ferro, ou seja, a verificação do quanto de ferro é ingerido e está biodisponível nas refeições diárias de cardápios semanais está menos sujeita à influência dos fatores promotores do que a verificação em refeições isoladas, o que, de fato, aconteceu, pois não houve diferenças estatísticas entre os vários cardápios semanais, apesar das diferentes frequências de ferro e dos fatores promotores (carne, gordura e vitamina C) de sua absorção nesses cardápios.

Pela comparação das Tabelas 3 e 4, é observado que a absorção em mg de ferro não é proporcional à ingestão do mesmo. No cardápio 1, a maior ingestão de ferro (24 mg) foi observada durante a sexta-feira; a maior absorção deste mineral, porém, foi registrada durante a segunda-feira (2,09 mg), apesar de que, pela Figura 1, a maior frequência de ferro nos alimentos foi na terça-feira. O mesmo ocorre no cardápio 2, que apresenta a maior ingestão no cardápio da quinta-feira e a maior biodisponibilidade no cardápio da sexta-feira, e maior frequência de

ferro nos alimentos no cardápio do sábado. No cardápio 3, observou-se a maior ingestão de ferro na quarta-feira, a maior biodisponibilidade também na quarta-feira e a maior frequência de ferro no cardápio do sábado. Observa-se, portanto, que a maior frequência de ferro nos cardápios não resulta em maior biodisponibilidade, mas sim a influência dos fatores promotores estudados.

Comparando a influência dos fatores promotores da absorção de ferro em relação à sua biodisponibilidade, observou-se que, nos cardápios 3 e 4, a biodisponibilidade do mineral ocorreu mais pela presença de tecidos animais do que pelo ácido ascórbico e gorduras (Figuras 3 e 4). E nos cardápios 1 e 2, a maior biodisponibilidade de ferro registrada, respectivamente, na segunda e sexta-feira coincide com a maior influência pela quantidade de ácido ascórbico, no caso do cardápio 1, e pelo ácido ascórbico e presença de tecido animal, no caso do cardápio 2. Dessa forma, pode-se observar que a presença de ácido ascórbico e tecido animal influenciou mais a biodisponibilidade de ferro do que a presença de gordura nas refeições diárias dos cardápios semanais.

A quantidade de ferro ingerido bem como sua frequência de ingestão são fatores que não devem, de forma alguma, ser negligenciados, seja em refeições ou cardápios. Esta mensuração, porém, não basta; a dieta pode estar quantitativamente satisfatória, mas não qualitativamente, pois os alimentos possuem complexa interação entre seus nutrientes. Dessa forma, fica explícita a grande influência e dependência entre absorção do ferro e fatores estimulantes e limitantes de sua absorção e, conseqüentemente, de sua biodisponibilidade.

Nos cardápios analisados, detectou-se biodisponibilidade mínima de 0,71 mg e máxima de 3,49 mg de ferro, apresentando-se, respectivamente, abaixo do limite inferior encontrado por Tseng et al. (1997), que foi de 0,84 mg, e acima do limite superior, que foi de 1,20 mg de ferro, nas dietas de mulheres e crianças russas.

Segundo Brown et al. (1995), uma dieta com baixa disponibilidade de ferro em geral é monótona, consistindo principalmente de cereais que inibem a absorção de ferro (como milho e trigo integral), legumes, raízes e/ou tubérculos, com pouca quantidade de carne, peixe ou ácido ascórbico. Uma dieta intermediária consiste de cereais que inibem pouco a absorção de ferro, raízes e/ou tubérculos, com pouca quantidade de produtos animais e ácido ascórbico. A dieta com alta biodisponibilidade é diversificada e contém quantidades generosas de carne, peixe, aves e alimentos ricos em ácido ascórbico.

A FAO (2001) considera refeições de baixa biodisponibilidade de ferro as que atingem 5% da ingestão recomendada, de média ou intermediária biodisponibilidade as que atingem 10% e de alta biodisponibilidade as que atingem 15%. Diante destes parâmetros, nenhuma das refeições foi considerada de alta biodisponibilidade.

De acordo com os parâmetros estabelecidos por Monsen et al. (1978), dispostos na Tabela 2, pode-se observar também que nenhuma das refeições foi considerada de alta biodisponibilidade, o que confirma o mesmo resultado obtido em comparação aos parâmetros estabelecidos pela FAO (2001). Este resultado reflete uma dieta com pouca quantidade de alimentos fontes de ferro, principalmente carnes, por serem alimentos mais caros do que os que predominaram nos cardápios.

Hallberg e Hulthén (2000) desenvolveram um algoritmo para estimar a biodisponibilidade de ferro nas refeições ao longo do dia. Eles estudaram 31 tipos de refeições usuais nos Estados Unidos, ao longo de cinco dias diferentes, e observaram que refeições que contém apenas verduras, ou associadas a quantidades significativas de cereais ou ovos, apresentaram baixa biodisponibilidade, quando comparadas às que apresentavam algum tecido animal (carnes) ou um teor significativo de vitamina C.

Os dias da semana em que se avaliou baixa biodisponibilidade de ferro nas refeições foram justamente os dias em que constavam menores proporções de carnes e derivados e maiores de raízes e tubérculos nos cardápios. Confirma-se que a carne, os peixes e as aves domésticas, com 40% estimado do ferro na forma heme, são talvez os alimentos mais prováveis para influenciar o status do ferro (REDDY et al., 2000).

A quantidade de ferro biodisponível nos cardápios estudados variou entre 0,71 e 3,49 mg, quantidades muito inferiores às encontradas por Hallberg e Hulthén (2000), que variaram entre 2,56 e 4,70 mg. Isto provavelmente se deva ao fato de que predomina o consumo de carnes e gorduras na dieta americana, enquanto há predominância de cereais, raízes e tubérculos na dieta de países latinos.

A recomendação de ferro ingerido em adultos é de 14 mg a 10% de biodisponibilidade de ferro (NRC, 1989; ASBRAN, 2006; ANVISA, 2007). Para lactentes e crianças, varia de 6 a 9 mg, dependendo da faixa etária; para gestantes, é de 27 mg e, para lactantes, é de 15 mg.

Segundo Franco (1999), recomenda-se a ingestão diária de 10 mg de ferro para homens e de 10 a 15 mg de ferro para mulheres, considerando que ambos estejam com níveis normais de ferro. Todos os

cardápios atenderam às necessidades diárias de ingestão de ferro.

Em estudo com dietas de mulheres e crianças na Rússia, igualmente utilizando o algoritmo de Monsen e Balintfly (1982), Tseng et al. (1997), encontraram biodisponibilidade entre 8 e 11% do total de ferro ingerido, após ajustes a partir das substâncias facilitadoras vitamina C, gordura e tecido animal. O presente estudo detectou biodisponibilidade entre 5,76 e 11,35%, apresentando também valores de biodisponibilidade abaixo do recomendado pela NRC (1989).

Quando médias de consumo energético e de ferro são analisadas, é demonstrado que a deficiência de ferro na dieta não decorre de uma insuficiência calórica desta, e sim de uma inadequação específica da dieta em relação ao mineral (OSÓRIO, 2002). Isto foi observado nesses cardápios, que já se encontravam adequados em calorias e macronutrientes e, no entanto, apresentaram-se com inadequação da ingestão de ferro de acordo com os diversos grupos de comensais (Tabela 6).

Conclusão

Sendo assim, pode-se observar que nem sempre a maior frequência de ferro resultará em maior ingestão e em maior absorção, pois tudo isso depende de sua maior ou menor biodisponibilidade na refeição. Os cardápios estudados apresentaram-se com quantidades ingeridas, absorvidas e biodisponíveis de ferro semelhantes estatisticamente. Pode-se observar, no entanto, que as refeições diárias dos cardápios semanais com maiores médias absolutas de biodisponibilidade foram mais influenciadas pela presença de ácido ascórbico e tecido conectivo e pouco influenciadas pela presença de gorduras nelas. Apesar de não diferirem estatisticamente em relação à biodisponibilidade e ingestão de ferro, nem todos os cardápios semanais atingiram às necessidades diárias dos grupos etários atendidos no HULW.

Os algoritmos foram criados a partir de interpretações de resultados de pesquisas experimentais, primariamente, na alimentação humana; por isso, apesar de não apresentarem elevado grau de acurácia, podem, e devem, ser utilizados por serem um método barato de análise, cuja finalidade é direcionar as melhores combinações e frequências de alimentos fontes de ferro em associação com os promotores de sua absorção.

Referências

ANVISA-Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o regulamento técnico sobre a ingestão diária

recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18828&word>>. Acesso em: 15 maio 2007.

ASBRAN-Associação Brasileira de Nutrição. **Ingestão diária recomendada**. Disponível em: <<http://www.asbran.org.br/Noticias.asp?dsid=8>>. Acesso em: 15 nov. 2006.

BARRIOS, M. F.; GÓMEZ, H. G. D.; DELGADO, N. F. Metabolismo del hierro. **Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia**, v. 16, n. 3, p. 149-160, 2000.

BIANCHI, M. L. P.; SILVA, H. C.; DUTRA DE OLIVEIRA, J. E. Considerações sobre a disponibilidade de ferro dos alimentos. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 42, n. 2, p. 94-100, 1992.

BROWN, K. H.; ALLEN, L.; DEWEY, K. **Complementary feeding: a state-of-the-art review**. Montpelier: Unicef, 1995.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. Barueri: Manole, 2005.

FAO-Food and Agriculture Organization. **Human vitamin and mineral requirements**. Bangkok: Food and Nutrition, 2001.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999.

GARCÍA-CASAL, M. N.; LAYRISSE, M. Absorción del hierro de los alimentos: papel de la vitamina A. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 48, n. 3, p. 191-195, 1998.

GONZÁLEZ, M. R.; BERGANTIÑOS, M. V. P.; GARCÍA, L. R.; LAMADRID, L. M. El Factor alimentario en la presencia de la deficiencia del hierro. **Revista Cubana de Medicina General Integral**, v. 18, n. 1, p. 46-52, 2002.

HALLBERG, L.; HULTHÉN, L. Prediction of dietary iron absorption: an algorithm for calculating absorption and bioavailability of dietary iron. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, n. 5, p. 1147-1160, 2000.

HUNT, J. R. Bioavailability algorithms in setting recommended dietary allowances: lessons from iron, applications to zinc. **The Journal of Nutrition**, v. 126, n. 9, p. 2345-2352, 1996.

LAYRISSE, M.; GARCÍA-CASAL, M. N.; SOLANO, L.; BARON, M. A.; ARGUELLO, F.; LLOVERA, D.; RAMIREZ, J.; LEETS, I.; TROPPER, E. The role of vitamin A on the inhibitors of nonheme iron absorption: preliminary results. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 8, n. 2, p. 61-67, 1997.

MARTÍNEZ, C.; ROS, G.; PERIAGO, M. J.; LÓPEZ, G. Biodisponibilidad del hierro de los alimentos. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 49, n. 2, p. 106-113, 1999.

MONSEN, E. R.; BALINTFLY, J. L. Calculating dietary iron bioavailability: refinement and computerization. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, n. 4, p. 307-311, 1982.

- MONSEN, E. R.; HALLBERG, L.; LAYRISSE, M.; HEGSTED, D. M.; COOK, J. D.; MERTZ, W. Estimation of available dietary iron. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 31, n. 1, p. 134-141, 1978.
- NRC-National Research Council. Recommended dietary allowances, daily intakes. In: ADDITION, estimation of iron availability. 10. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989.
- OSÓRIO, M. M. Fatores determinantes da anemia em crianças. **Jornal de Pediatria**, v. 78, n. 4, p. 269-278, 2002.
- REDDY, M. B.; HURRELL, R. F.; COOK, J. D. Estimation of nonheme-iron bioavailability from meal composition. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 71, n. 4, p. 937-943, 2000.
- SHARMA, K. K. Improving bioavailability of iron in Indian diets through food-based approaches for the control of iron deficiency anemia. **Revista Alimentacion, Nutricion y Agricultura**, v. 32, p. 51-61, 2003.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.
- SINGH, M.; SANDERSON, P.; HURRELL, R. F.; FAIRWEATHER-TAIT, S. J.; GEISSLER, C.; PRENTICE, A.; BEARD, J. L. Iron bioavailability: UK Food Standards Agency workshop report. **British Journal of Nutrition**, v. 96, n. 5, p. 985-990, 2006.
- TACO – Tabela brasileira de composição de alimentos: versão II. 2. ed. Campinas: NEPA-Unicamp, 2006.
- TSENG, M.; CHAKRABORTY, H.; ROBINSON, D. T.; MENDEZ, M.; KOHLMEIER, L. Adjustment of iron intake for dietary enhancers and inhibitors in population studies: bioavailable iron in rural and urban residing russian women and children. **The Journal of Nutrition**, v. 127, n. 8, p. 1456-1468, 1997.
- URRUTIA, R. G. Biodisponibilidad del hierro. **Revista Costarricense de Salud Publica**, v. 14, n. 26, p. 6-12, 2005.

Received on November 7, 2007.

Accepted on July 29, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.